

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Lucas Marcondes Quintão

**ANÁLISE ECONÔMICA DE CALIBRAÇÃO
INTERNA DE ALICATES AMPERÍMETRO E
MULTÍMETROS**

Taubaté – SP

2017

Lucas Marcondes Quintão

ANÁLISE ECONÔMICA DE CALIBRAÇÃO INTERNA DE ALICATES AMPERÍMETRO E MULTÍMETROS

Monografia apresentada para obtenção do
Título de Especialista pelo Curso de Pós-
graduação em Gestão de Processos Industriais
do Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Mauricio Guerreiro

Taubaté – SP

2017

Lucas Marcondes Quintão

ANÁLISE ECONÔMICA DE CALIBRAÇÃO INTERNA DE ALICATES AMPERÍMETRO E MULTÍMETROS

Monografia apresentada para obtenção do
Título de Especialista pelo Curso de Pós-
graduação em Gestão de Processos Industriais
do Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Mauricio Guerreiro

Data: 01/04/2017

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Mauricio Guerreiro (Orientador)

Assinatura _____

Prof. Me. Luiz Fernando Fiorio

Assinatura _____

Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia

Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Em especial, aos meus pais Luiz Carlos e Denise, a minha noiva Camila Moreno, porto seguro para onde corria sempre que a vida exigisse.

A todos os amigos e familiares que me apoiaram, especialmente nesses dois anos de caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ms. Mauricio Guerreiro, por disponibilizar toda a sua experiência através do seu conhecimento acadêmico e profissional que me orientou durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores e profissionais que me auxiliaram ao longo desta especialização.

“Deus não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende de nossa vontade e perseverança. ”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de caso com o propósito de mensurar a viabilidade econômica de investimento em equipamentos para calibragem internamente de multímetros e alicates amperímetros. Atualmente, a calibração é feita por uma empresa de terceiros especializada nesta área. Esse estudo ocorreu em uma empresa do segmento metalúrgico situada no Vale do Paraíba, SP. A análise econômica do investimento torna-se necessária para estimar a rentabilidade, a capacidade de pagamento e tempo necessário para recuperar o capital investido. A metodologia utilizada foi quantitativa e teve como base a quantidade de equipamentos existentes através do programa Calibra, um programa criado internamente para o controle das calibrações, além disso, foram levantados o custo de transporte para a calibração externa e o custo de aquisição dos ativos necessários para a realização do serviço internamente. Os cálculos foram efetuados através do programa Excel. Os resultados das análises indicam haver retorno do capital investido de maneira satisfatória, dentro dos critérios de avaliação de investimentos da empresa. Além disso, foram identificados benefícios potenciais qualitativos, como aumento da flexibilidade do cronograma de calibração de equipamentos.

Palavras-chave: Calibração, Análise econômica, Avaliação de projetos de investimento.

ABSTRACT

This paper aims to present a case study to verify the economic feasibility of investment in equipment to calibrate internally multimeters and clamp meters in the replacement of a calibration service contract with a specialized company. This study was carried out in a metallurgical company located in Vale do Paraíba, SP. The economic analysis of the investment is necessary to estimate the profitability, the capacity of payment and the time necessary to recover the invested capital. As a method, the amount of existing equipment was counted by using the Calibra, a program created internally to control the calibrations. In addition, it was identified the cost of transportation in the external calibration and the cost of acquiring the assets required to make the service internally. The calculations were made through the Excel program. The results of the analysis indicate that there is a return of the invested capital in a satisfactory way, based into the company's investment evaluation criteria. In addition, there is potential qualitative benefits, such as increasing the flexibility of the equipment calibration schedule.

Keywords: Calibration, economic analysis, capital project evaluation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxo de caixa para o projeto analisado	28
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quantidade de Equipamentos Calibrados entre 2015 e 2016	24
Figura 2 - Distância de transporte dos equipamentos	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custo unitário de calibração	25
Quadro 2 - Custo de equipamentos para calibração	26
Quadro 3 - LTN	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FCAI – Fluxo de caixa antes do imposto de renda

FDCI – Fluxo de caixa depois do imposto de renda

LTN – Letra do tesouro nacional

PB - Payback

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

TMA – Taxa mínima de atratividade

TIR – Taxa interna de retorno

VPL – Valor presente líquido

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contexto.....	14
1.2	Objetivo	14
1.3	Justificativa	15
1.4	Estrutura.....	15
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1	Metrologia.....	17
2.2	Análise Econômica	18
3	MÉTODO.....	22
3.1	À natureza.....	22
3.2	Aos objetivos	22
3.3	À técnica	22
3.4	À abordagem.....	23
3.5	Metodologia aplicada	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1	Levantamento do histórico de calibração	24
4.2	Levantamento de custos no cenário atual	24
4.3	Levantamento de equipamentos para o cenário proposto.....	25
4.4	Levantamento do fluxo de caixa.....	26
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

A Metrologia está cada vez mais inserida e desenvolvida no mundo, em diversas áreas. Sendo definida como a ciência da medição, a Metrologia, é capaz de promover a credibilidade, qualidade e até universalidade às medições. Para uma correta medição é necessário, entre outras coisas, que o equipamento utilizado para a medição esteja devidamente calibrado. E esta calibração é necessária ser realizada de maneira periódica.

A concorrência industrial gera uma pressão constante para redução de custos e otimização operacional. Assim, são procuradas novas alternativas para os processos com menor custo e maior benefício. Segundo DE SOUZA, 2016 “*o foco de uma gestão eficaz deve ser o processo de tomada de decisões, delineado por um modelo de gestão que busque o maior resultado para a empresa como um todo*”. Desta maneira, a avaliação econômica de projetos contribui para o processo decisório visando a melhor alternativa financeira.

A empresa objeto de estudo é voltada para área de fabricação de equipamentos, prestando serviços para as mais diversas áreas, tais como petróleo, papel, celulose e nuclear. E dentre os setores destaca-se o setor de metrologia, que é considerado como uma vantagem competitiva em relação à concorrência, pois o nível de qualidade exigido neste setor é bastante alto, sendo que toda licitação que a empresa participa, sempre ocorrem auditorias para verificar se realmente atendem-se as especificações solicitadas pelos clientes. E o setor de metrologia é um dos principais focos dessas auditorias, portanto, a empresa procura realizar todas as calibrações de seus equipamentos, garantindo assim melhor qualidade e controle de seus equipamentos.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso de avaliação de viabilidade econômica para aquisição dos equipamentos padrões necessários para a calibração dos alicates amperímetros e multímetros, e deste modo realizar a calibração internamente, caso se mostre viável.

1.3 Justificativa

O setor de Metrologia se destaca como área estratégica no setor de atuação da empresa do estudo de caso.

A análise de viabilidade econômica de internalização da calibração de multímetros e alicates amperímetros\voltímetros auxiliará a empresa a reavaliar os seus processos, assim ela poderá reafirmar que está trabalhando de uma forma mais otimizada ou então chegar à conclusão que é melhor tomar uma decisão de repensar os seus processos com objetivo de reduzir custos e/ou melhorar a flexibilidade e a qualidade da produção.

1.4 Estrutura

A fim de atender ao objetivo supracitado, esta monografia foi estruturada da seguinte forma:

O Capítulo 01, *Introdução*, situa o leitor sobre o cenário da empresa estudada, a importância da metrologia e a calibração de multímetros e alicates amperímetros, os objetivos e justificativas.

O Capítulo 02, *Revisão da Literatura*, apresenta a metrologia para uso industrial, a importância da calibração na indústria e no mundo, requisitos necessários para a calibração interna de multímetros e alicates amperímetros, análise econômica baseando nos métodos do valor presente líquido, do prazo de retorno a juros reais e da taxa interna de retorno.

O Capítulo 03, *Método*, descreve uma revisão sobre o método científico, bem como o método selecionado para a monografia em questão.

O Capítulo 04, *Resultados e Discussões*, demonstra como foram realizadas as análises para a aquisição dos padrões de calibração necessários para a realização do serviço de calibração interna de multímetros e alicates amperímetros na empresa do segmento metalúrgico, através de dados coletados durante o ano de 2015, com valores do custo da aquisição, custo com o serviço de calibração através de fornecedores e transporte. Apresenta também os dados sobre o estudo de caso como o custo com a aquisição dos padrões e o *Payback*, valor presente líquido, prazo de retorno a juros reais e a taxa interna de retorno do investimento em comparativo também com um eventual contrato com um fornecedor especializado nesse serviço de calibração. Além do debate em cima dos resultados

obtidos mostrando as análises com base nos dados de custo, mostrando a viabilidade de realização da calibração dentro da empresa.

Finalmente no capítulo 05, *Conclusão*, onde são listadas as conclusões do estudo de caso e sugestão a trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Metrologia

A palavra metrologia pode ser dividida em duas partes “metro” + “logia”. A palavra “metro” provem de o grego medir e a palavra “logia” é associada à Ciência. Logo metrologia é a ciência que estuda a medição. A definição de metrologia é a *“ciência da medição e suas aplicações”* (INMETRO, 2012). Segundo SOUZA, 2008 a Metrologia encontra-se dividida em três categorias: metrologia científica (ou primária), metrologia industrial (ou aplicada) e metrologia legal. De modo sucinto temos que:

A metrologia científica (ou primária) é baseada nas unidades de medida a partir da sua definição, recorrendo a outras ciências (física e matemática) e as constantes físicas fundamentais, desenvolvendo, mantendo e conservando os padrões de referências nacionais.

A metrologia industrial (ou aplicada) abrange a medição e avaliação da conformidade metrológica dos processos (e equipamentos) existentes nas organizações, especialmente as que possuem um SGQ certificado.

A metrologia legal verifica junto aos agentes econômicos e do público em geral a necessidade de cumprir a legislação aplicável aos mais diversos tipos de equipamentos de medição, os quais possam interferir no comércio, na saúde, no meio ambiente e na segurança dos cidadãos.

Atualmente, a competitividade industrial exige que as empresas obtenham uma qualidade máxima na fabricação dos seus produtos. Para que o fator da qualidade seja mantido de forma constante, ao longo do tempo, é necessário que todos os instrumentos de medição que auxiliam a produção estejam de acordo com as especificações que são definidas e necessárias para a sua aplicação. Flexibilidade, agilidade e capacidade de inovação, são alguns conceitos que as empresas procuram recorrentemente. Quando se menciona a Metrologia, é importante ter presente o termo calibração. Segundo INMETRO, 2012 ela tem sua definição como sendo:

“Uma operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecida por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa,

utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção de um resultado de medição a partir de uma indicação. ”

Em termos gerais, a calibração é definida como um conjunto de operações efetuadas segundo um procedimento bem documentado, comparando assim, as medições obtidas entre o instrumento em calibração e o instrumento padrão (com características de referência, com maior exatidão e menor incerteza). Sendo assim, esse processo tem o objetivo de detectar os erros encontrados em cada ponto de medição. Porém, quando se realiza uma medição, o erro e a incerteza estão sempre presentes e nunca podem ser totalmente eliminados (BUNDAY et al., 2007), e aí é justificada a importância da metrologia, sendo o seu objetivo minimizar o erro e a respectiva incerteza de medição.

Em um mundo cada vez mais competitivo para todas as organizações, qualquer fator de diferenciação em relação a sua concorrência pode significar ficar em primeiro lugar em um negócio comercial e a metrologia pode-se assumir como uma vantagem competitiva nestas situações (RIOS, BRANDON, 2010). A minimização de erros de medição e defeitos de fabricação é crucial para uma organização, pois isso pode fazer a diferença entre um produto considerado de alta qualidade e outro de baixa qualidade (BUNDAY et al., 2007). Para se conseguir essa minimização de erros e defeitos é necessário executar-se uma inspeção e controle durante todo o processo de execução do serviço e devem-se utilizar equipamentos adequados que garantam resultados fiáveis.

Ainda é possível destacar que, além do seu papel fundamental na qualidade dos produtos, a metrologia ainda é uma atividade importante para na economia e na sociedade, pois, direta ou indiretamente, a mesma utiliza-se dos serviços dos laboratórios credenciados de calibração (MARTINEZ-SANCHEZ, LAGUNA-AGUILAR, 2009; SANTOS, MAINIER, 2010).

2.2 Análise Econômica

Qualquer organização está submetida a um constante processo de tomada de decisão. Grande parte das decisões passam por uma análise econômico-financeira. Segundo Ramos e Oliveira, 2016 “*a parte financeira de uma empresa tem por objetivo maximizar o retorno aos proprietários e acionistas*”. Para apoiar o processo decisório, as organizações se apoiam em métodos capazes de gerar informação adicional, de modo a tornar o processo mais preciso e confiável.

Nesse contexto, os métodos de análise de investimento são largamente utilizados como fonte auxiliar na análise e avaliação de diversos tipos de decisões de cunho econômico.

Neto e De Almeida, 2016 destacam que “o principal objetivo da avaliação de projetos é determinar a viabilidade dos investimentos [...]”. E a seleção de um adequado método de avaliação é essencial para o sucesso do processo de decisão. Porém deve-se saber que esse sucesso depende também da melhoria contínua do processo de investimento como um todo, considerando outras etapas anteriores e posteriores à avaliação, dentre elas a correta estimativa do fluxo de caixa econômico-financeiro do projeto (SOUZA, 2008). De qualquer forma Kliemann Neto, 2016 afirma que uma “[...] má análise de uma boa alternativa de investimento é melhor do que uma boa análise de uma má alternativa de investimento”, destacando que é importante avaliar criticamente os resultados obtidos pelo processo, além de validar dentro do contexto e objetivos específicos de cada organização.

Segundo Samanez, 2009 dentre os métodos mais comuns de análise de decisão, destacam-se: o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), e o *payback* (PB). Eles podem ser detalhados da seguinte forma:

O VPL tem como objetivo mensurar o valor presente dos fluxos de caixa que são gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil (conforme demonstrado pela equação 1).

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \quad (1)$$

Onde: FC_t = Fluxo de Caixa no período t;

n = Horizonte de planejamento;

t = Período de tempo;

I = Investimento;

K = Custo de Capital ou TMA.

Desta forma, o projeto será economicamente viável quando o VPL for maior do que zero. Segundo Neto e Almeida, 2016 VPL é o critério mais indicado por especialistas, pois considera o valor temporal do dinheiro, utilizando todos os

valores futuros de caixa que é gerado pelo projeto, e é objetivo, além de embutir o custo de capital em seu cálculo. Sua desvantagem está na definição precisa de uma TMA (Taxa mínima de atratividade) precisa, especialmente para fluxos de caixa de muito longo período.

A TIR é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa, ou seja, que leva o VPL a zero, conforme a equação 2.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

Onde: TIR = Taxa Interna de Retorno.

Com base nessa informação, a viabilidade do projeto ocorre quando a TIR apresenta valor superior a TMA, que é a taxa básica de retorno considerada pela empresa.

Já o *Payback* Descontado trata-se de um método para determinar o tempo necessário para que o projeto tenha retorno. Utilizado em conjunto com o VPL ou a TIR, pode ser representado pela equação 3.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+TIR)^t}$$

Onde: T = Período necessário para o *Payback*

Ainda, para uma análise de retorno de investimento, é possível definir depreciação, a qual pode ser descrita como uma despesa relativa à perda de valor de um determinado bem ao longo do tempo. Essa depreciação pode ser acarretada pela deterioração do bem ou pela obsolescência do mesmo, por exemplo. Existem alguns métodos para calcular o valor a ser depreciado do bem anualmente. O método mais utilizado e aceito pelo governo é o chamado linear, onde o valor de aquisição do bem é dividido pela sua vida útil contábil. Destaca-se que a depreciação não deve ser considerada um desembolso, pois o valor calculado não se classifica como uma saída de dinheiro efetiva. Porém, a depreciação é uma

despesa, sendo assim passível de ser abatida das receitas finais do período de trabalho da empresa, diminuindo, conseqüentemente, seu lucro tributável. Essa redução do lucro tributável da empresa acarretará também na redução do imposto de renda a ser pago, este por sua vez um desembolso real da empresa (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2000).

Tem-se ainda a análise de sensibilidade *“a qual busca verificar quais os impactos de alterações nos custos e benefícios nos indicadores de atratividade econômica do projeto”* (NETO, DE ALMEIDA, 2016). Esta análise se mostra interessante uma vez que uma variação brusca negativa do fluxo de caixa pode até mesmo inviabilizar o projeto. Entre os métodos de análise de risco, nota-se que a Análise de Sensibilidade é a mais amplamente estudada pelos pesquisadores (DE SOUZA, SCHNORRENBERGER, LUNKES, 2016).

Resume-se que o objetivo principal de uma análise de investimentos é projetar um fluxo de caixa o mais próximo possível da realidade de sua implementação, para que o resultado desse investimento possa ser previamente quantificado, auxiliando na tomada de decisão (GALESNE, FENSTERSEIFER, LAMB, 1999). Destaca-se ainda que a análise de investimentos tem se tornado cada vez mais importante, devido aos efeitos provocados por mudanças impostas pela atual conjuntura econômica, tais como políticas diferenciadas de suprimentos, forte competição internacional e o rápido avanço da tecnologia. Essas mudanças fazem com que os gerentes das empresas, que almejam mantê-las competitivas no mercado, trabalhem de forma sistêmica e dinâmica (ALBERTON et al., 2004).

3 MÉTODO

Ludwig, 2009 afirma que Ciência está relacionada “a um conhecimento sistematizado, resultante do emprego de determinados métodos, e que pode ser comprovado”. Já o método científico foi inicialmente definido por Francis Bacon, filósofo do século XVI, através das regras de observação dos fatos, proposição de hipótese e de verificação com experiências planejadas.

Prodanov e Freitas, 2003 destacam que as principais características do conhecimento científico são: conhecimento sistemático, real, contingente e aproximadamente exato; em contraposição ao conhecimento popular: assistemático, reflexivo, valorativo e inexato. E que o principal caminho para o conhecimento científico é através da aplicação do método científico. Este oferece as bases lógicas e os procedimentos necessários para a investigação científica e pode ser classificado quanto à sua natureza, aos objetivos, aos procedimentos técnicos e à abordagem ao problema.

3.1 À natureza

Quanto à natureza pode ser classificado como pesquisa básica, a qual envolve verdades universais; e pesquisa aplicada, mais dirigida a problemas práticos.

3.2 Aos objetivos

Quanto aos objetivos pode ser classificado como pesquisa exploratória, levantando informações sobre um objeto de estudo; pesquisa descritiva, com detalhamento dos fatos observados; e pesquisa explicativa, fazendo ligações entre efeitos e causas.

3.3 À técnica

Quanto à técnica pode ser classificado como pesquisa bibliográfica, através de levantamento de informações em publicações; pesquisa documental, com foco em documentos sem tratamento analítico; pesquisa experimental, através

do planejamento do estudo de variáveis influenciadoras; levantamento, utilizando questionários; pesquisa de campo, baseada em observação de fenômenos; estudo de caso, permitindo a aplicação imediata do conhecimento na solução de problemas; pesquisa *ex-post-facto*, na teorização de um fato ocorrido; pesquisa-ação, onde os pesquisadores estão envolvidos na solução de um problema de forma cooperativa; e pesquisa participante, onde o pesquisador interage com os membros investigados.

3.4 À abordagem

Quanto à abordagem pode ser classificado como pesquisa qualitativa, onde a subjetividade não pode ser traduzida em estatísticas; e pesquisa quantitativa, onde o conhecimento estatístico é utilizado para a classificação dos dados e extração de informações relevantes.

3.5 Metodologia aplicada

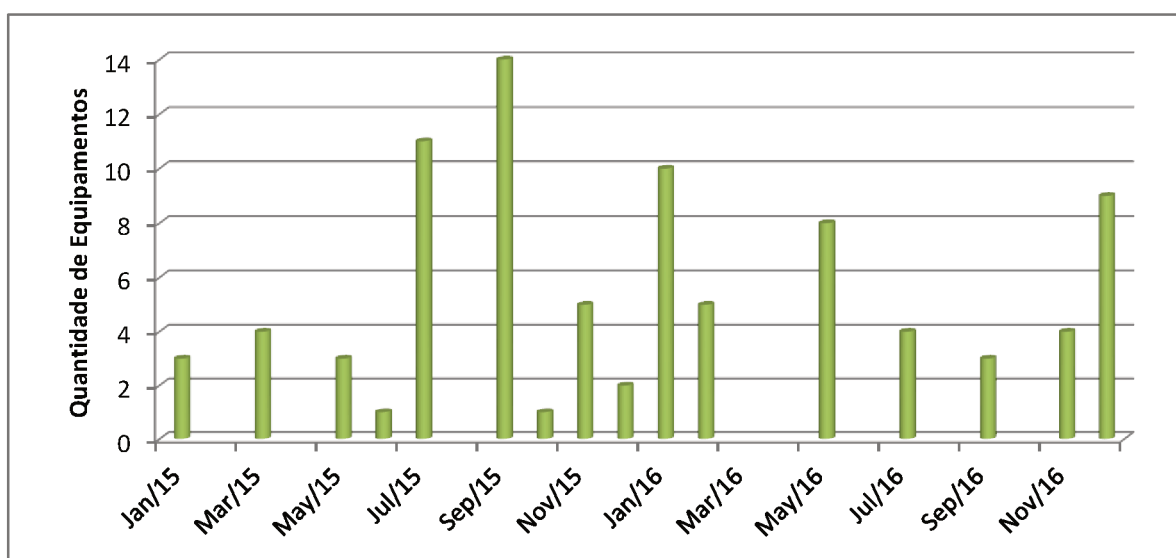
Foi selecionada uma abordagem quantitativa, através de um estudo de caso de avaliação de econômica para internalização de serviço de calibração de instrumentos dentro do contexto da empresa objeto de estudo. A pesquisa é aplicada e descritiva, visando resolver um problema de cunho prático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento do histórico de calibração

Primeiramente, foi levantado o histórico de calibração de equipamentos, referente aos anos de 2015 e 2016, o qual pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Quantidade de Equipamentos Calibrados entre 2015 e 2016



Fonte: Elaborado pelo autor

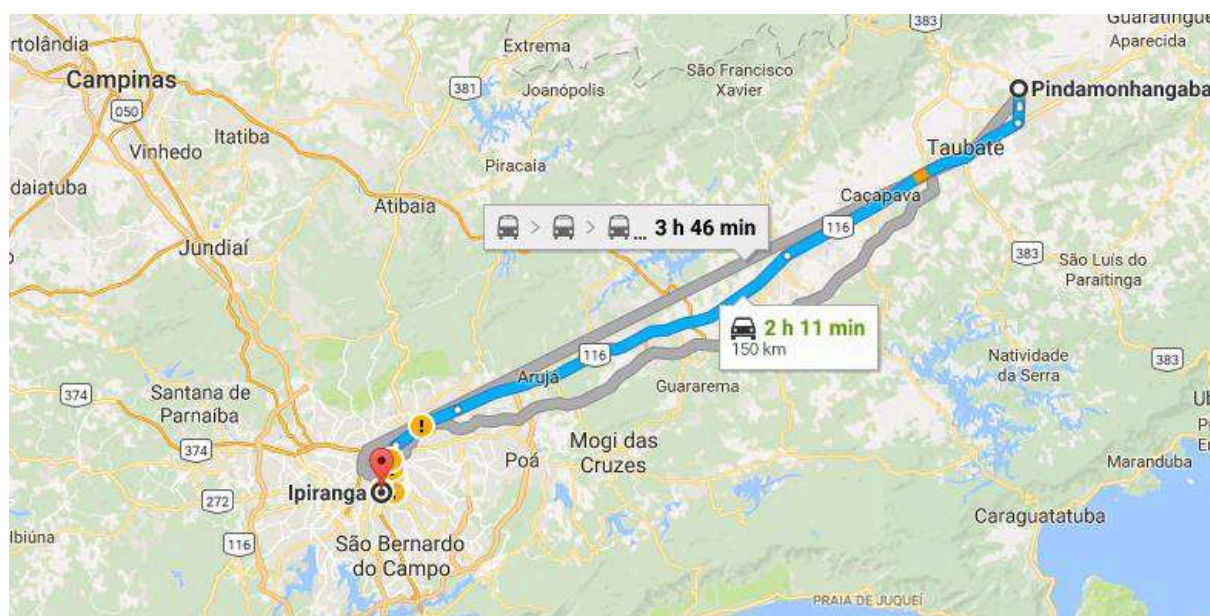
No total, foram calibrados 87 equipamentos, entre 2015 e 2016. Foi levantado o histórico de calibração de equipamentos, referente aos anos de 2015 e 2016. Porém, o estoque total de equipamentos da empresa é de 131 equipamentos, sendo que a calibração dos equipamentos deve ser anual, seguindo recomendação dos fabricantes. Logo, muitos equipamentos ficaram de fora dos registros históricos ou mesmo não foram devidamente calibrados no período padrão.

4.2 Levantamento de custos no cenário atual

Nota-se ainda na Figura 1 que, neste intervalo de 1 ano, foram feitas 08 viagens de calibração, gerando custos de transporte. Foi levantado o custo médio de transporte. A transportadora cobra R\$1,10 por quilômetro rodado.

Conforme distância calculada (Figura 2), o custo por viagem é de R\$ 330,00 (ida e volta).

Figura 2 - Distância de transporte dos equipamentos



Fonte: Google Maps ([HTTP://maps.google.com.br](http://maps.google.com.br))

Foram levantados os custos unitários de calibração para cada equipamento. O resumo encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Custo unitário de calibração

	Equipamento	Custo de calibração
1	Alicate A\V	R\$ 160,00
2	Multímetro	R\$ 160,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando que calibraremos os 131 equipamentos no ano, sendo assim, são gastos R\$ 20.960,00 ao ano, somente considerando o custo da calibração.

4.3 Levantamento de equipamentos para o cenário proposto

Para um possível processo de internalização do processo de calibração, foi levantado a necessidade de equipamentos através da literatura disponível (CASTRO,2015; ISKANDAR et al, 2016). Também foi verificado o custo

de equipamentos nos catálogos de fornecedores e contato direto com representantes comerciais de equipamentos para calibração. Os equipamentos cotados são listados no Quadro 2.

Quadro 2 - Custo de equipamentos para calibração

	Equipamento	Descrição	Preço
1	Fluke 5502A	Calibrador multiproduto para até 4,5 dígitos. Funções: Vdc, Vac, Adc, Aac, Ω , capacitância, potência, temperatura (TC e RTD). Faixas: 0 a ± 1020 Vdc (10Hz a 500 kHz), 1 μ a 1020Vac; 0 à 20.5Adc e Aca; 1 à 1100M Ω ; 200 pF à 110 mF; potência AC e DC até 20.9 kW com ajuste de fase e fator de potência; temperatura com 11 tipos de termopares e 8 tipos de RTD, gerador de funções sintetizado com sinais seno, triângulo, quadrado e seno truncado. Interfaces RS-232 e GPIB. Alimentação elétrica 240Vac e 47/60Hz.	R\$ 91.930,00
2	Fluke (Coil) 5500	Suporte para calibração de medidores de corrente tipo alicate, para calibração de amperímetros	R\$ 3.990,00
		TOTAL	R\$ 95.920,00

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Levantamento do fluxo de caixa

O fluxo de caixa do projeto foi montado a partir dos dados dos investimentos (Quadro 2), custos de calibração dos padrões com periodicidade de 5 anos e receitas, neste caso, consideramos receita os custos poupados com a calibração e o frete para o fornecedor. Levando-se em conta que a vida útil dos equipamentos será de no mínimo 10 anos, conforme informações levantadas com o representante, e que no fim o investimento inicial poderá ser totalmente depreciado. Considere-se, ainda, que a taxa de imposto de renda mais contribuição seja de 34% ao ano e a inflação considerada para projetar o fluxo de caixa no futuro foi de 6,5% ao ano.

Para avaliação do retorno financeiro da internalização do processo de calibração, foi utilizado como TMA (Taxa mínima de atratividade) a LTN (Letra do tesouro nacional) do tesouro direto (ver Quadro 3).

Quadro 3 - LTN

Título	Vencimento	Taxa de Rendimento (% a.a.)	Valor Mínimo	Preço Unitário
Tesouro Prefixado com Juros Semestrais 2027 (NTNF)	01/01/2027	10,34	R\$ 39,75	R\$ 993,97

Fonte: Tesouro Direto, disponível em

<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro-direto-precos-e-taxas-dos-titulos>,
acessado em 9 de fevereiro de 2017.

Ao reunir esses foi avaliado o Fluxo de Caixa Antes do Imposto de Renda (FCAI), ou seja, resultado bruto do projeto, desconsiderando os demais encargos financeiros que deverão ocorrer ao implementar o projeto estudado. Porém, é significativo o impacto gerado por esses encargos, portanto, deve ser levado em conta no momento da avaliação econômica de qualquer análise, buscando-se, assim, avaliar o Fluxo de Caixa Depois do Imposto de Renda (FCDI).

Para o cálculo do montante de imposto de renda e contribuição social a pagar, decorrente da execução de projeto, deve-se definir qual é o lucro tributável resultante em cada período de análise. Este lucro tributável é constituído do lucro líquido do projeto avaliado, subtraído do valor da depreciação dos investimentos realizados no projeto, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fluxo de caixa para o projeto analisado

Ano	Investimento	Receitas	Manutenção	FCAI	Depreciação	IR	FCDI
0	(95,920,00)	-		(95,920,00)			(95,920,00)
1		23,600.00	-	23,600.00	9,592.00	4,762.72	18,837.28
2		25,134.00	-	25,134.00	9,592.00	5,284.28	19,849.72
3		26,767.71	-	26,767.71	9,592.00	5,839.74	20,927.97
4		28,507.61	-	28,507.61	9,592.00	6,431.31	22,076.30
5		30,360.61	(4,600.00)	25,760,61	9,592.00	5,497,33	20,263,28
6		32,334.05	-	27,734.05	9,592.00	9,296.30	27,637.75
7		34,435.76	-	34,435.76	9,592.00	8,446.88	25,988.88
8		36,674.08	-	36,674.08	9,592.00	9,207.91	27,466.17
9		39,057.90	-	39,057.90	9,592.00	10,018.41	29,039.49
10		41,596.66	(6,095.00)	35,501,66	9,592.00	8,809,28	26,692,38
TMA	= 10,34% a.a.		VPL	74,591,74		VPL	37,572,93
			TIR	26,17%		TIR	18,94%
						Payback	4,9 anos

Fonte: Elaborado pelo autor

Montando o fluxo de caixa para este projeto (Tabela 1), pode-se perceber o impacto que o pagamento do imposto de renda e da contribuição social acarreta no resultado final do projeto. Esse investimento, que antes apresentava um resultado bastante interessante para a empresa, quando avaliado após o pagamento dos tributos apresenta um resultado ainda satisfatório, porém bem abaixo daquele encontrado anteriormente.

Destaca-se também na Tabela 1 os valores de TIR, VPL e payback encontrados. Com base nestes resultados e nos critérios da empresa estudada, os valores obtidos, a partir das fórmulas de avaliação de investimento, indicam que o investimento, do ponto de vista econômico, é viável e atrativo.

Devemos também considerar os benefícios qualitativos que a calibração interna trará para empresa, uma vez que, para a calibração externa dos equipamentos, o processo todo em si leva em torno de quase 30 dias para conclusão, pois, seguindo procedimento interno da empresa, no momento da

entrega dos equipamentos, devemos solicitar no mínimo 3 cotações com fornecedores distintos, após isso, montamos o mapa de cotação para aprovação do serviço, emissão do pedido de compra e posteriormente solicitamos a emissão das notas de remessa e entramos em contato com a transportadora para solicitar a coleta para envio dos equipamentos para o fornecedor, após isso, temos que aguardar o prazo de serviço estipulado pelo fornecedor, que varia de 7 a 10 dias e somente após esse tempo podemos estar enviando o transporte novamente para retirada dos equipamentos, entretanto, com a calibração interna esse tempo diminuiria consideravelmente, pois, teríamos que somente receber os equipamentos e nos programarmos para calibrar e emitir os relatórios dos equipamentos calibrados.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a implementação deste projeto de internalização da calibração mostra-se viável, uma vez que o VPL é positivo, e a TIR é maior que a TMA, além do *payback* ser em um prazo aceito dentre os critérios de avaliação da empresa estudada.

Com a ausência das etapas do processo de calibração externa que era exigido de acordo com procedimento interno da empresa, o processo em si tornou-se muito mais rápido, diminuindo consideravelmente o tempo em que o equipamento fica retido para calibração.

Observa-se que este projeto se tornou viável principalmente pelo porte da empresa por usar uma grande quantidade de equipamentos, gerando uma alta demanda mensal de calibração de equipamentos.

Gastos indiretos não foram contabilizados como a emissão de notas fiscais, embalagens para transporte, verificação e administração de boletos e notas de serviço dos fornecedores, entre outros. Desta forma, os ganhos financeiros podem ser ligeiramente maiores aos calculados.

Foi aplicada a avaliação de internalização apenas para o processo de calibração. Fica como sugestão, para trabalhos futuros, a avaliação de outros projetos, como o da segurança patrimonial, portaria, limpeza, entre outras áreas da empresa.

REFERÊNCIAS

ALBERTON, A. et al. Seleção de investimentos: aspectos e ferramentas relevantes na perspectiva dos gestores. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 24, 2004.

BUNDAY, B. D. et al. Value-added metrology. IEEE Transactions on semiconductor manufacturing, v. 20, n. 3, p. 266-277, 2007.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. Atlas, 1996.

CASTRO, A. I. A. Implementação de um Laboratório de Metrologia Elétrica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Dissertação de Mestrado, 2015.

DE SOUSA, A. J. et al. Controladoria na Gestão de Compras como Estratégia na Busca da Eficiência e Otimização do Resultado Econômico. Management Control Review, v. 1, n. 1, p. 43-58, 2016.

DE SOUZA, P.; SCHNORRENBARGER, D.; LUNKES, R. J. Práticas de orçamento de capital predominantes na literatura internacional. Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales, p. 103-116, 2016.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. Decisões de investimentos da empresa. Atlas, 1999.

INMETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, 2012.

ISKANDAR, E. et al. Development Software for DMM Calibration, from remote set point until automated reporting. JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering, v. 14, n. 1, 2016.

KLIEMANN NETO, F. J. Apostila de Engenharia Econômica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/disciplinas.asp?cod_turma=87> Acesso em: Outubro de 2016.

LUDWIG, A. C. W. Fundamentos e prática de metodologia científica. Vozes, 2009.

MARTINEZ-SANCHEZ, S.; LAGUNA-AGUILAR, F. M.; TORRES-GUZMAN, J. C. Metrology Impact in Technological Universities, Mexico. Cal Lab, v. 16, n. 1, p. 54, 2009.

NETO, J. M. DE S.; DE ALMEIDA, A. C. Estudo de Viabilidade Econômica da Requalificação Urbanística da Vila de Cumbuco. Revista Científica FACPED, v. 2, n. 2, 2016.

PRODANOV, C.; DE FREITAS, E. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

RAMOS, G. G.; OLIVEIRA, A. P. V. D. Otimização da Gestão de Capital de Giro através de um Planejamento Financeiro de Curto Prazo. SYNTHESIS Revistal Digital FAPAM, v. 4, n. 4, p. 250-269, 2016.

RIOS, R.; BRANDON, J. Metrology for a Competitive Advantage. Cal Lab– The International Journal of Metrology, Volume 17, No 2, pp 35-37.

SAMANEZ, C. P. Engenharia econômica. Pearson, 2009.

SANTOS, L.; MAINIER, F. B. A Evolução do Sistema de Gestão da Qualidade em Laboratórios de Ensaio e Calibração e a sua Importância para as Relações Comerciais. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro. 2010.

SOUSA, C. Categorias da metrologia. CATIM, centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica, 2008.